

24Ap07

高強度LFEXレーザーを用いた  
無衝突静電衝撃波によるイオン加速  
Ion acceleration by electrostatic collisionless shock  
using high-intensity LFEX laser

石原大樹 1)、倉本織羽乃 1)、松本雄志郎 1)、江頭俊輔 1)、太田雅人 1)、Pikuz Tatiana1)、  
南卓海 1)、境健太郎 1)、西本貴博 1)、田口智也 1)、岩崎 滉 1)、福田将也 1)、山本盛仁 1)、  
富田 晃 1)、蔵満泰浩 1)、Alessio Morace1)、安部勇輝 1)、有川安信 1)、藤岡慎介 1)、  
佐野孝好 1)、森田太智 2)、金崎真聡 3)、福田祐仁 4)、中井光男 1)、坂和洋一 1)  
Hiroki Ishihara1)、Otono Kuramoto1)、Yusiro Matsumoto1)、Syunsuke Egashira1)、  
Masato Ota1)、Pikuz Tatiana1) et. al

1) 阪大 2) 九大 3) 神大 4) 関西光科学研究所

1) Osaka Univ. 2) Kyusyu Univ. 3) Kobe Univ. 4) Kansai Photon Science Institute

宇宙空間には、「宇宙線」と呼ばれる陽子などの荷電粒子からなる $10^{20}$  eVに 至る高エネルギーの放射線が存在する。黒体放射などの熱的過程ではこれほどのエネルギーに粒子を加速することは難しく、そこで加速機構の候補として挙げられたのが無衝突衝撃波による非熱的過程である。無衝突衝撃波は、宇宙にある希薄プラズマ中で生成される衝撃波であり、超新星残骸、活動銀河核などで見られる現象である。近年、レーザー技術の進展によりハイパワーレーザーを用いた実験室での無衝突衝撃波の生成が議論されている[1]。本研究では、高強度レーザーを用いた静電ポテンシャルを伴う無衝突静電衝撃波によるイオン加速(Collisionless Shock Acceleration, 以下 CSA) [2-7] を行いその機構理解に取り組んだ。CSAでは、衝撃波速度 $V_{sh}$ が上流イオンの速度 $V_0$ より十分大きい時、衝撃波の静電ポテンシャルにより上流イオンが反射され、その速度は $2V_{sh}$ となる[3]。

図 1 にレーザーおよび計測器配置を示す。大阪大学レーザー科学研究所の高強度短パルスレーザーLFEX (パルス幅 1.5 ps、レーザー強度 $\sim 6 \times 10^{18}$  W/cm<sup>2</sup>) と高エネルギー ns パルスレーザー激光XII号 (GXII: パルス幅 1.3 ns、レーザーエネルギー $\sim 3$  J) を用いた。厚さ 1  $\mu$ m の $C_8H_7Cl$ ターゲットに GXII を照射し、臨界密度程度のプラズマを生成し、2.5 ns の遅延後、対向側より LFEX 照射し CSA を行った。臨界密度程度のプラズマを生成するための GXII 強度、LFEX との遅延時間、ターゲットの厚みを決定するために、流体コード FLASH を用いて事前にシミュレーションを行った。プロトンバックライト (PBL)、X 線 Cl 分光、トムソンパラボラ・電子スペクトロメータを

用い、それぞれ衝撃波における電場の時間発展、プラズマの密度と温度、イオン・電子の速度スペクトルを計測した。PBL においては、ターゲットから 0.3 mm 離れた厚さ 10  $\mu$ m の Al にバックライト用の LFEX レーザーを照射することで計測を行った。

講演では、流体シミュレーションおよびトムソンパラボラスペクトロメータの結果を中心に報告する。

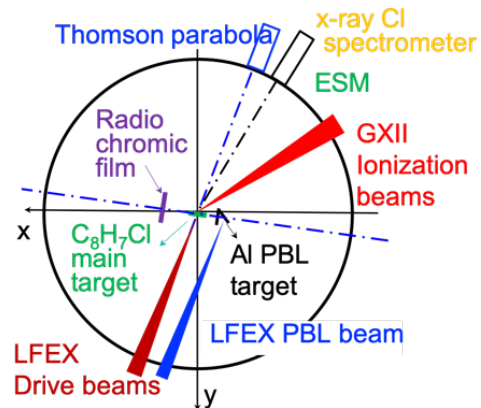


図 1: レーザーおよび計測器配置の概略図

#### 参考文献

- [1] Y. Sakawa, T. Morita, Y. Kuramitsu, and H. Takabe, *Advances on Physics: X* **1**, 425 (2016).
- [2] D. Haberberger, et al, *Nature Phys.* **8**, 95 (2012).
- [3] F. Fiuza, et al, *Phys. Rev. Lett.* **109**, 215001 (2012).
- [4] A. Pak, et al, *Phys. Rev. Accel. Beams* **21**, 103401 (2018).
- [5] R. Kumar, Y. Sakawa, L. N. K. Döhl, N. Woolsey, and A. Morace, *Phys. Rev. Accel. Beams* **22**, 043401 (2019).
- [6] R. Kumar, Y. Sakawa, et al, *Phys. Rev. E* **103**, 043201 (2021).
- [7] Y. Sakawa, Y. Ohira, et al, *Phys. Rev. E* **104**, 055202 (2022).